

Attorney Docket # 4070-55



Patent

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Anko BÖRNER

Serial No.: 09/588,894

Filed: June 07, 2000

For: Calibration System For Calibrating  
Orientation Parameters Of Digital  
Optoelectronic Sensors In A Mobile  
Carrier Used For Remote Reconnaissance

LETTER TRANSMITTING PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

SIR:

In order to complete the claim to priority in the above-identified application under 35 U.S.C. §119, enclosed herewith is a certified copy of each foreign application on which the claim of priority is based: Application No. 199 27 012.0, filed on June 07, 1999, in Germany.

Respectfully submitted,  
COHEN, PONTANI, LIEBERMAN & PAVANE

By

Thomas C. Pontani  
Reg. No. 29,763  
551 Fifth Avenue, Suite 1210  
New York, New York 10176  
(212) 687-2770

Dated: October 2, 2000

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 199 27 012.0

**Anmeldetag:** 7. Juni 1999

**Anmelder/Inhaber:** Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,  
Bonn/DE

**Bezeichnung:** Kalibrationseinrichtung für digitale optoelektronische  
Sensorsysteme

**IPC:** G 01 C, G 01 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Anmeldung.

München, den 14. Juni 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

Seiler

Patentanwälte

# Effert, Bressel und Kollegen

European Patent Attorneys · European Trade Mark Attorneys

---

· PAe Effert, Bressel und Kollegen · Radickestraße 48 · D-12489 Berlin ·

Dipl.-Ing. Udo Effert  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Burkhard Bressel  
Dipl.-Ing. Volker Zucker

Radickestraße 48  
D-12489 Berlin  
Tel.: (0)30-670 00 60  
Fax: (0)30-670 00 670

1. Juni 1999  
P01.106.3DE

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.  
53175 Bonn

---

**Kalibrationseinrichtung für digitale optoelektronische Sensorsysteme**

---

## Kalibrationseinrichtung für digitale optoelektronische Sensorsysteme

### Patentansprüche:

5

10

15

20

25

30

1. Kalibrationseinrichtung für digitale optoelektronische Sensorsysteme (1), umfassend mindestens ein lichtemittierendes optoelektronisches Bauelement, mindestens einen flächenhaften optischen Detektor und mindestens ein am Boden angeordnetes Referenzmodul (7), dessen Orientierungsparameter bekannt sind, wobei durch Auswertung der vom Referenzmodul (7) reflektierten und vom flächenhaften Detektor empfangenen Strahlung die Offsets der Orientierungsparameter einer oder mehrerer Lage- und Positionsbestimmungseinrichtungen bestimmbar sind.
2. Kalibrationsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtemittierenden optoelektronischen Bauelemente als Laserdioden (5) ausgebildet sind.
3. Kalibrationseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die flächenhaften optischen Detektoren als CCD-Matrizen (6) ausgebildet sind.
4. Kalibrationsvorrichtung für einen CCD-Zeilenscanner nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die flächenhaften optischen Detektoren zwischen den CCD-Zeilen (3) in der gleichen Fokalebene (4) angeordnet sind.
5. Kalibrationsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtemittierenden optoelektronischen Bauelemente zwischen der Fokalebene (4) und einer der Fokalebene (4) zugeordneten Optik (2) derart angeordnet sind, daß diese außerhalb des Strahlenganges der Nutzstrahlung der CCD-Zeilen (3) liegen.

6. Kalibrationsvorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Referenzmodul (7) als einbetonierter Spiegel ausgebildet ist.

### Kalibrationseinrichtung für digitale optoelektronische Sensorsysteme

Die Erfindung betrifft eine Kalibrationsvorrichtung für digitale optoelektronische  
Sensorsysteme.

Digitale Sensoren spielen aufgrund ihrer Eigenschaft, Daten in digitaler Form aufzunehmen und diese dann an eine Empfangsstation zu übermitteln, in der Fernerkundung schon heute eine wesentliche Rolle. Solche Systeme werden durch die Entwicklung auf dem Gebiet der Halbleiterelektronik in absehbarer Zeit auch in der Lage sein, in den Bereich der klassischen Photogrammetrie vorzustoßen und die analogen Aufnahmesysteme wie beispielsweise filmbasierte Luftbildkameras zu ersetzen.

Für die Auswertung der Sensordaten, vor allem aber bei photogrammetrischen Aufgabenstellungen, kommt dem Wissen um die Lage und die Position des Aufnahmesystems eine wesentliche Bedeutung zu. Nur bei deren Kenntnis können geometrischen Aussagen über die beobachteten Objekte getroffen werden. Die Genauigkeit dieser sogenannten Orientierungsparameter bestimmt die Güte der geometrischen Meßgrößen. Dabei geben die Parameter der äußeren Orientierung die Lage und Position des Projektzentrums des Aufnahmesystems an. Die Parameter der inneren Orientierung beschreiben den Zusammenhang zwischen Projektionszentrum und Bildebene.

Für analoge Luftbilder werden die Orientierungsparameter im allgemeinen mit Hilfe von Paßpunkten in Zuge der Bildauswertung bestimmt. Die Koordinaten dieser Paßpunkte sind gut vermessen. Unterstützt wird die Bestimmung der Orientierung in den letzten Jahren durch den Einsatz von GPS und Navigationssystemen.

Besonders problematisch erweist sich dieser klassische Ansatz bei der Bestimmung der Orientierung für Bilddaten, die von Zeilenscannern aufgenommen wurden. Aufgrund des Fehlens einer starren Bildgeometrie müssen die

Parameter der Orientierung zu jedem Zeitpunkt, zu dem eine Bildzeile aufgenommen wird, neu bestimmt werden.

Eine derartige Parameterbestimmung ist beispielsweise aus der DE 38 02 219 A1 bekannt, wobei mittels einer einem oder mehreren Linienabtastern zugeordneten, optoelektronischen, flächenhaft aufnehmenden Kamera oder einer Kombination solcher Kameras in regelmäßigen Zeitabständen eine Serie von einander überdeckenden Einzelaufnahmen angefertigt wird, wobei jeweils die Positionen korrespondierender Bildpunkte oder Bildzonen in dem sich überdeckenden Bereich von benachbarten einzelnen Flächenaufnahmen zur gegenseitigen Orientierung der Aufnahmepositionen der Flächenkamera ausgewählt werden und die Orientierungsdaten von der optoelektronischen Flächenkamera durch festes Ausrichten oder Messen der relativen Ausrichtung auf die Linienabtaster unterstützt durch eine zeitliche Zuordnung beider Datenströme übertragen werden. Zur Durchführung des Verfahrens werden vorzugsweise zwischen den Linienabtastern flächenhafte Detektoren in der gleichen Fokalebene angeordnet.

Während die mit herkömmlichen Methoden der Photogrammetrie gewonnenen Orientierungsparameter sich immer auf das Projektionszentrum beziehen, ergeben sich beim Messen dieser Größen einige Probleme. Wird die Position mittels GPS bestimmt, so wird in der Regel die Position der GPS-Antenne bestimmt. Die drei Rotationswinkel werden ebenfalls nicht bezüglich des Projektionszentrums des Sensors gemessen. Kreiselssysteme registrieren darüber hinaus in der Regel nur Änderungen der Winkelgeschwindigkeit. Zur Bestimmung eines Absolutwinkels sind mindestens zu einem Zeitpunkt Referenzwinkel notwendig. Daher unterliegen alle sechs Parameter der äußeren Orientierung einem Offset. Diese Größen sind nicht bekannt und müssen durch Zusatzmessungen, beispielsweise mit Theodoliten oder durch Auswertung von Paßpunkten, bestimmt werden. Dadurch entstehen ein meßtechnischer Mehraufwand sowie zusätzliche Fehlerquellen. Des weiteren verhindert dies eine vollständige Onboard-Verarbeitung.

Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, eine Kalibrationsvorrichtung für digitale optoelektronische Sensorsysteme zu schaffen, die eine Offset-Bestimmung der Orientierungsparameter und deren Onboard-Weiterverarbeitung ermöglicht.

5

Die Lösung des technischen Problems ergibt sich durch die Merkmale des Patentanspruchs 1. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

10 Die Kalibrationsvorrichtung umfaßt jeweils mindestens ein lichtemittierendes, optoelektronisches Bauelement, einen flächenhaften optischen Detektor und ein am Boden angeordnetes Referenzmodul, dessen Orientierungsparameter bekannt sind. Die von dem lichtemittierenden Bauelement kommende Strahlung wird von dem Referenzmodul reflektiert und vom flächenhaften Detektor  
15 erfaßt. Durch Vergleich der erfaßten Werte mit den bekannten Orientierungsparametern des Referenzmoduls läßt sich der Offset der Positions- und Lagesensoren bestimmen.

In einer bevorzugten Ausführungsform für ein als CCD-Zeilenscanner ausgebildetes optoelektronisches Sensorsystem sind die flächenhaften, als CCD-Matrizen ausgebildeten optischen Detektoren definiert zwischen den CCD-Zeilen in der gleichen Fokalebene angeordnet. Dadurch läßt sich die Auswertung der Kalibrierung mit der eigentlichen Auswerteelektronik des optoelektronischen Sensorsystems vornehmen, was den Aufbau wesentlich vereinfacht.

25

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die einzige Figur zeigt eine Seitenansicht eines optoelektronischen Sensorsystems mit integrierter Kalibrationsvorrichtung.

30 Das optoelektronische Sensorsystem 1 umfaßt eine Eingangsoptik 2 und drei CCD-Zeilen 3, die parallel zueinander in einer Fokalebene 4 angeordnet sind. Die Kalibrationsvorrichtung umfaßt zwei oder mehrere Laserdioden 5, zwei oder mehrere CCD-Matrizen 6 und ein Referenzmodul 7, das sich aus



mehreren Teilmodulen 8 zusammensetzt. Die CCD-Matrizen 6 der Kalibrations-  
vorrichtung sind definiert zwischen den CCD-Zeilen 3 in der Fokalebene 4  
angeordnet. Die Laserdioden 5 sind derart zwischen der Fokalebene 4 und der  
Eingangsoptik 2 angeordnet, daß diese den Sichtbereich der CCD-Zeilen 3  
5 nicht stören. Somit ist die gesamte Kalibrationsvorrichtung mit Ausnahme des  
am Boden angeordneten Referenzmoduls 7 in das optoelektronisch Sensor-  
system 1 integriert. Die Strahlenbündel der Laserdioden 5 werden durch nicht  
dargestellte Linsen aufgeweitet, treten durch die Eingangsoptik 2 aus und  
treffen auf das Referenzmodul 7, dessen Orientierungsparameter hochgenau  
10 bekannt sind. Vom Referenzmodul 7 werden die Strahlenbündel reflektiert und  
auf die Eingangsoptik 2 geworfen, von wo aus diese auf die Fokalebene 4 und  
die dort angeordneten CCD-Matrizen 6 abgebildet werden. Aus dem Signal  
aller CCD-Matrizen 6 kann dann die relative Lage und Position der Fokalebene  
4 zum Referenzmodul 7 bestimmt werden. Anhand der gemessenen Lage- und  
15 Positionsdaten läßt sich dann der Offset für alle sechs Orientierungsparameter  
bestimmen, so daß eine Absolutanbindung der Meßgrößen für die sechs  
Orientierungsparameter gegeben ist. Für die Auswertung der CCD-Matrizen 6  
kann die Auswerteeinheit für die CCD-Zeilen 3 benutzt werden, so daß sich der  
hardwaremäßige Aufwand im wesentlichen auf die CCD-Matrizen 6 und die  
20 Laserdioden 5 beschränkt.

Wird das optoelektronische Sensorsystem 1 beispielsweise für Zwecke der  
Photogrammetrie in einem Flugzeug eingesetzt, so kann das Referenzmodul 7  
beispielsweise auf dem Flughafen an einer bestimmten Position einbetoniert  
25 werden, so daß sich das Referenzmodul 7 in einer unveränderbaren definierten  
Position und Lage befindet. Dadurch kann vor jedem Flug eine erneute Kali-  
brierung des optoelektronischen Sensorsystems 1 vorgenommen werden.

Kalibrationseinrichtung für digitale optoelektronische Sensorsysteme

## Zusammenfassung

5 Die Erfindung betrifft eine Kalibrationseinrichtung für digitale optoelektronische  
Sensorsysteme (1), umfassend mindestens ein lichtemittierendes optoelektro-  
nisches Bauelement, mindestens einen flächenhaften optischen Detektor und  
mindestens ein am Boden angeordnetes Referenzmodul (7), dessen Orientie-  
10 rungsparameter bekannt sind, wobei durch Auswertung der vom Referenzmo-  
dul (7) reflektierten und vom flächenhaften Detektor empfangenen Strahlung  
die Offsets der Orientierungsparameter einer oder mehrerer Lage- und Posi-  
15 tionsbestimmungseinrichtungen bestimmbar sind.

(Fig. 1)

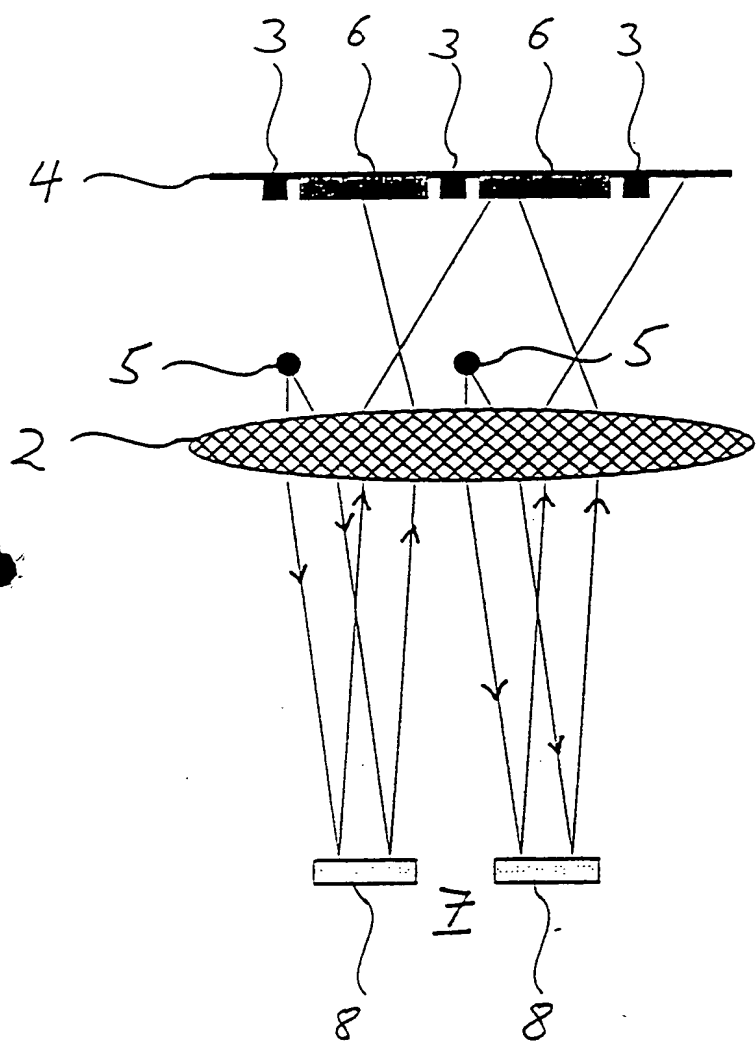


Fig. 1

